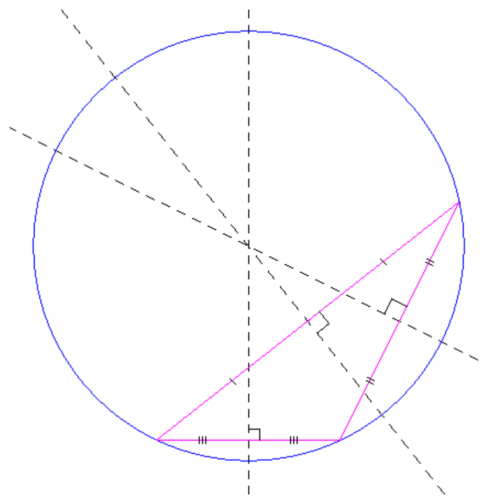
Académie de Strasbourg
IUFM d'Alsace

Année Universitaire
2004–2005

Mémoire Professionnel En Mathématiques

Les logiciels de géométrie dynamique : un autre registre ?

Comment rendre la conjecture plus facile ?



présenté par :

Luc PIERREJEAN

Directeur de mémoire : Vincent KAM, professeur certifié

Table des matières

Table des figures

Remerciements

Yvette Frey, ma tutrice au collège Saint-Joseph, est une personne très ouverte avec laquelle les discussions sont toujours passionnées et passionnantes. Jamais à court de conseils ni d'astuces, elle a su, à chaque fois, m'en donner lorsque je partageais avec elle les difficultés rencontrées lors de l'élaboration des activités liées au mémoire, qu'elle en soit ici vivement remerciée.

Je tiens également à remercier Vincent Kam pour avoir accepté d'être le directeur de ce mémoire. Fonction qu'il a d'ailleurs très bien remplie en ayant toujours un regard juste et critique vis-à-vis de la problématique choisie.

Il convient en dernier lieu de remercier ceux sans qui la problématique de ce mémoire n'aurait pu être investiguée, je veux bien évidemment parler de mes chers élèves de 5^{e}C !

Luc Pierrejean

Chapitre 1

Introduction

1.1 Les premiers pas

La première rentrée en tant que professeur est, il faut bien l'admettre, une expérience originale à plusieurs titres. C'est en effet la première fois que, depuis le début de notre scolarisation, l'on se retrouve de l'autre côté de l'estrade. C'est aussi la première fois que l'on passe véritablement à la pratique, à l'enseignement, à la mise en œuvre de nos acquis de formation, après plusieurs années passées dans le monde plutôt théorique des études universitaires. Il aura seulement suffit de quelques années pour perdre presque totalement prise avec les difficultés que peuvent rencontrer les élèves dans l'enseignement des mathématiques. Les premières séances d'analyse de pratique professionnelle (APP) sont plus qu'éloquentes sur ce sujet : «Ils sont nuls !» ; «Ils ne comprennent rien !» ; «On m'a donné la classe la plus faible !» ; «Je suis obligée d'expliquer plusieurs fois des notions vraiment simples»...

1.2 Première analyse

Après l'euphorie des échanges de ces premières séances d'APP, on se rend rapidement compte que le niveau des classes est à peu près le même partout. Les lacunes constatées, l'incompréhension des élèves face aux explications répétées révèlent en fait notre manque de connaissance de leur difficulté à *se représenter, à appréhender, à attacher du sens* à tous ces nouveaux objets mathématiques qui leur sont présentés au fur et à mesure de l'année scolaire. En géométrie par exemple, Georges Glaeser, [8], cite J.-J. Rousseau en disant que « *ce qui devient pour nous l'art de raisonner ne reste pour eux* [les élèves] *que l'art de voir* ».

Il existe fort heureusement des méthodes pour aider les élèves à franchir le pas et ainsi mieux apprivoiser tous ces nouveaux objets mathématiques. Parmi les méthodes à la disposition de l'enseignant, l'accent a été mis, lors des séances à l'IUFM, sur les *changements de registre*. Pour enrayer les difficultés de représentation de certains élèves, il est en effet conseillé de varier les registres utilisés pour aborder une notion : registre de la langue, registre plus visuels comme les dessins, les tableaux. . . C'est ainsi que l'on est amené à introduire les logigrammes pour les démonstrations, les fameuses parts de tarte pour les fractions, la balance pour les équations. . . Les changement de registres sont nombreux concernant les parties analyse et algèbre du programme de collège.

En revanche, en géométrie, l'exercice est plus difficile. Cette difficulté est intrinsèquement liée à la matière. Par exemple, l'alternative du registre du language perd ici toute l'efficacité qu'elle peut avoir dans d'autres cours tel que celui des fractions. Dans certains cas, l'utilisation de ce registre peut même embrouiller d'avantage l'élève déjà en difficulté.
Cependant, des techniques existent. Chaque personne possède ses propres *trucs et astuces* dont le temps à plus ou moins prouver l'efficacité auprès des élèves. C'est ainsi que monsieur Kam nous donnait l'exemple d'un professeur faisant marcher un élève sur un cercle tracé rapidement sur le sol pour faire sentir la différence entre le périmètre et l'aire d'un disque. Les nouvelles technologies apportent aussi un certain nombre de pistes dans ce domaine, notamment à travers les logiciels de géométrie dynamique.
L'objet de ce mémoire est justement d'envisager ces logiciels comme un autre registre et de voir dans quelle mesure ils permettent aux élèves de mieux aborder la conjecture en géométrie en classe de cinquième.

Luc Pierrejean est stagiaire dans une classe de cinquième au collège Saint-Joseph de Matzenheim. Cette classe, assez turbulente, compte 29 élèves. Le niveau général est moyen avec une tête de classe de 5 élèves et une demi douzaine d'élèves en grande difficulté.

Ce mémoire s'articule autour du plan suivant. La problématique et la mise en œuvre sont développées dans les deux premiers chapitres, chapitres dans lesquels nous nous intéressons à l'apport théorique d'un logiciel de géométrie dynamique, à la place de l'informatique dans l'enseignement ainsi qu'à la manière d'organiser une telle séquence et de l'inclure dans notre progression. Nous présentons ensuite les différentes activités qui ont été menées avec nos élèves avec quelques exemples de figures Cabri rendues par les élèves. Le chapitre suivant est consacré à l'analyse des résultats obtenus. La conclusion de ce travail ainsi que quelques pistes de travail pour notre pratique professionnelle future constituent le dernier chapitre de ce mémoire.

Chapitre 2

Problématique

Il arrive que les élèves, lors d'exercices de géométrie nécessitant des constructions, soient noyés dans la réalisation de la figure et perdent de vue l'objectif visé. Il peut également leur arriver d'être désemparés devant une figure compliquée qu'ils ont du mal à disséquer de manière à résoudre le problème posé. Bien souvent aussi, les élèves ont du mal à distinguer le cas particulier du cas général. Bref, il existe un très grand nombre de situations dans lesquelles les élèves éprouvent des difficultés à formuler une conjecture en rapport avec ce qu'ils *observent*.

Nous allons, dans ce travail, nous attacher à explorer les possibilités offertes dans ce domaine par le logiciel de géométrie dynamique. Cet outil apparaît comme un bon complément pédagogique pour plusieurs raisons qui sont d'ailleurs régulièrement citées [9, 15, 2, 11, 17] :

- Il permet de faire rapidement des figures justes et claires.
- Le fait de pouvoir faire *bouger* une figure point par point représente un formidable gain de temps et de compréhension : une fois un programme de construction effectué, on peut faire varier les formes à l'infini.
- Le caractère dynamique des figures réalisées permet d'éviter l'amalgame du cas particulier et du cas générale.
- Enfin, on l'espère, ce genre d'outil favorise chez l'élève le *déclic visuel* qui peut permettre la conjecture d'une propriété.

Cependant ces atouts restent pour nous très théoriques. C'est la raison pour laquelle nous avons voulu les exploiter au maximum, tester leur validité et ainsi vérifier que cet outil constitue bien un registre supplémentaire sur lequel l'élève en difficulté peut s'appuyer pour *voir* les choses sinon sous le bon angle, au moins sous un angle lui permettant de progresser dans la compréhension des phénomènes mis en jeu.

Avant de développer les choses plus en détails, il nous a paru intéressant de nous pencher sur ce que dit le programme officiel au sujet de ces logiciels.

2.1 L'informatique et l'enseignement

Les idées évoquées plus haut se retrouvent, dans une large mesure, libellées dans le programme officiel de cycle central. Ainsi peut on lire, [13], que l'utilisation des logiciels de géométrie dynamique «*facilite l'accès à la conjecture, au raisonnement et à la démonstration*». Le programme officiel évoque aussi l'éclairage nouveau que peuvent apporter ce genre de logiciel dans la vision de l'élève en géométrie. De manière beaucoup plus générale, on peut aussi considérer que l'utilisation de l'informatique à l'école participe à la formation des élèves dans le domaine, de plus en plus présent au quotidien, du multimédia.

Enfin, l'outil informatique, dans son utilisation au sens large, modifie la nature de la traditionnelle relation professeur-élève. Il n'y a plus d'un côté l'apprenant et de l'autre le professeur. En salle informatique, ces deux acteurs se retrouvent du même côté. Les sanctions éventuelles face aux erreurs et/ou aux mauvaises manipulations proviennent du logiciel, élément neutre vis-à-vis de l'élève, et non du professeur qui peut alors proposer son aide en cas de difficultés. Cette situation a donc pour conséquence de changer l'image du professeur dans la représentation de l'élève. Il faut encore noter qu'une telle manière d'interagir avec l'élève permet d'être en conformité avec la vision qu'a Martin Wagenschein de l'enseignement : la fonction de professeur est d'«*éveiller la curiosité, de stimuler, de guider tout en intervenant le moins possible*», [8]. C'est ainsi que, sans dévoiler le but d'une activité, on peut conseiller à l'élève dans une impasse d'utiliser telle ou telle fonction du logiciel pour *voir* ce que cela donne.

2.2 Les différents logiciels

Les premiers logiciels dédiés à l'enseignement de la géométrie au second cycle ont vu le jour dans les années 80. Leur nombre, leur sophistication, leur domaine d'application n'ont cessé de croître depuis lors.
Il existe à l'heure actuelle toute une kyrielle de logiciels (gratuits ou payants) de géométrie dynamique. Citons par exemple Géoplan, Géospace, toute la série des logiciels Cabri, Déclic, l'Atelier de géométrie, la liste étant loin d'être exhaustive. Cependant, le but de ce mémoire n'est pas d'établir un comparatif entre ces différents produits. C'est pourquoi, dans un soucis de

simplicité et pour ne pas dérouter les élèves, il a été décidé de faire le choix d'un de ces logiciels une bonne fois pour toutes. Nous avons hésité entre Géoplan et Cabri et c'est finalement Cabri qui a été retenu. Non seulement parce que notre établissements est équipé avec ce logiciel, mais aussi parce que Cabri offre beaucoup plus de souplesse que Géoplan. Cette différence nous a paru importante, surtout vis-à-vis d'élèves de collège qui auraient pu être déroutés par la rigueur dont il faut quelques fois faire preuve pour utiliser ce logiciel. Notons toutefois que François Bouyer, [2], nous fait remarquer que Géoplan lui semble plus adapté à « *des élèves de collège qui n'ont que trop tendance à survoler les définitions* ». Cette remarque est parfaitement justifiée, mais notre objectif n'est pas tant de faire travailler les définitions que de faire réagir face à une figure ou une configuration donnée (dont la technicité de la réalisation importe peu dans notre optique).

Chapitre 3

Mise en œuvre

La salle informatique du collège Saint-Joseph est équipée d'un réseau de 14 PC. En faisant des binômes par PC, on peut donc mettre jusqu'à 28 élèves dans cette salle. Cependant, vu le caractère turbulent de notre classe, nous avons décidé de la diviser en deux groupes. Cette décision est également motivée par l'absence de vidéoprojecteur dans cette salle. Dans cette situation, un demi-groupe est alors bien plus facile à gérer qu'une classe entière. Les deux heures de mathématiques du vendredi matin (9h00–10h00, 11h00–12h00) sont utilisées à cet effet.

3.1 Les groupes de travail

Il y a *a priori* plusieurs manières de former ces groupes. La première idée, la plus simple, est de suivre l'ordre alphabétique ou de générer les groupes aléatoirement. Cette idée a vite été rejetée car très peu pertinente vis-à-vis de l'analyse des résultats de chaque groupe.
Une autre idée consiste à former un groupe avec les éléments *faibles* de la classe et un autre groupe avec les éléments *forts* (cette comparaison n'étant uniquement basée que sur les notes du premier trimestre). La justification d'une telle répartition réside essentiellement dans l'analyse des résultats : l'utilisation du logiciel est-elle propice, bénéfique, aux élèves en difficultés ? Mais elle entraîne inévitablement une ségrégation implicite au sein de la classe (est-il besoin de rappeler combien les élèves de cet âge peuvent se montrer cruels entre eux ?)[1]. Cette manière de procéder a donc aussi été éliminée et au final, il a été décidé de former deux sous-groupes homogènes en terme de niveau. Cette répartition a été faite en fonction des notes du premier

[1] D'ailleurs, le jour où les groupes ont été affichés en classe, la première choses que les élèves ont demandée était si les groupes étaient des groupes de *mauvais* et *bons* élèves !

trimestre de manière à obtenir deux groupes homogènes et de même niveau.

3.2 Les activités

Pour pouvoir émettre une conclusion sur le réel impact pédagogique de ces logiciels et aussi pouvoir comparer cet impact avec les outils traditionnels, il a fallu concevoir des activités ; chacune étant déclinée en deux versions : une version papier et une version Cabri. Bien sûr les deux versions sont pratiquement identiques à quelques détails techniques près. Le but de chaque activité est d'émettre une conjecture face à un problème donné. Ces activités sont présentées en détails au chapitre suivant.

3.3 Les deux heures du vendredi matin

Les activités se sont, pour la plupart, déroulées durant les deux heures de mathématiques du vendredi matin. Durant la première heure (de 9h00 à 10h00), le premier groupe (le groupe 1) est en salle informatique tandis que le groupe 2 travaille sur la version papier de la même activité. Les deux groupes sont permutés pendant la deuxième heure.
Puisque les deux groupes sont homogènes et *théoriquement* du même niveau, à la fin de la première heure, il est déjà possible d'analyser les résultats de chaque groupe et ainsi procéder à une mesure de l'éventuel impact du logiciel sur la résolution du problème posé. Lors de la deuxième heure, les groupes sont permutés et une autre activité est distribuée.
Cependant, pour certaines activités, il nous a paru intéressant de permuter les groupes sans changer l'activité. On pourrait croire alors que ceux qui ont réussi à formuler la bonne conjecture lors de la première heure réussiront *a fortiori* à la formuler lors de la deuxième heure. Une des activités proposées vient contredire cette intuition (*cf* chapitre 5).

3.4 Correction et trace écrite

Les activités ont été rédigées sur des feuilles sur lesquelles les élèves pouvaient directement répondre et/ou dessiner. Il a été demandé au groupe effectuant l'activité sur Cabri de systématiquement enregistrer son travail. Ainsi, lors de la correction, nous avons pu comparer ce que l'élève a écrit avec ce qu'il avait sous les yeux.

Pour que les élèves disposent d'une trace écrite des figures qu'ils avaient réalisées avec Cabri, nous avons, dans la mesure du possible, imprimé leur

production directement sur leur copie. Ces copies ont ensuite été collées dans le cahier d'exercices.

Chapitre 4

Les différentes activités proposées

Certaines activités nous ont été suggérées par notre directeur de mémoire, d'autres encore ont été adaptées à partir d'activités se trouvant dans divers ouvrages scolaires ou plus théoriques [4, 5, 3]. D'autres enfin ont été élaborées à partir de discussions sur le sujet avec nos collègues. Ajoutons aussi que le site internet de l'association Sésamath [14], qui représente une formidable base de données librement consultable en ligne comprenant des cours, des exercices et des activités, nous a également permis de trouver des idées d'activités.

Cette phase de recherche et d'élaboration nous a, entre autres, permis de nous rendre compte que la conception d'une activité exploitable à la fois sur papier et sur Cabri était loin d'être évidente comme nous le pensions au départ. Il existe en effet une foultitude d'activités conçues pour être faites en classe. Les activités à effectuer en salle informatique ne manquent pas non plus [3, 4, 5, 14]. En revanche, il est plutôt difficile de trouver des activités pouvant être indifféremment réalisées en classe ou en salle informatique. Au final, ce sont 5 activités que nous avons soumises à nos classes.

Pour obtenir un *feedback* sur ces activités et la manière dont elles ont été perçues, nous avons distribué aux élèves un petit sondage à la fin de la séquence. Les résultats de ce sondage sont présentés au chapitre 5.

Dans ce qui suit, le différentes activités sont présentées suivant le schéma

1 ▶ objectif de l'activité (il s'agit dans la plupart des cas de formuler une conjecture et/ou de dire si la situation présentée et un cas particulier ou un cas générale),

2 ▶ description succinte des deux versions (papier et Cabri).

Une revue rapide de quelques figures rendues par les élèves se trouve en fin de chapitre (figures 4.3, 4.4, 4.5 et 4.6 pages 21 et 22)

4.1 Activité 1 : Prise en main du logiciel

4.1.1 Objectif

Cette activité est à mettre à part. Son objectif est de familiariser les élèves avec le logiciel : à quoi sert-il ? comment fonctionne-t-il ? quels seront les outils les plus souvent utilisés ? ...

4.1.2 Description

Pour que les élèves abordent cette séquence dans un cadre familier, l'activité porte sur la symétrie centrale traitée dans le chapitre précédent (chapitre qui venait tout juste de s'achever lors du démarrage des séances Cabri). Le travail consiste

a) à tracer un triangle ABC,
b) à le nommer,
c) à construire son symétrique par rapport à un point O,
d) à tracer les segments $[AA']$, $[BB']$ et $[CC']$ et faire une observation,
e) et à vérifier quelques propriétés de la symétrie centrale à travers les outils tels que la **mesure d'angle**, la **mesure de longueur** et la **mesure d'aire** fournis par le logiciel.

Mis à part quelques manipulations maladroites chez certains élèves (d'ailleurs signalées dans l'article de François Bouyer [2]) l'activité s'est bien déroulée puisque sur 29 élèves, seuls 5 élèves n'ont pas réussi à terminer.

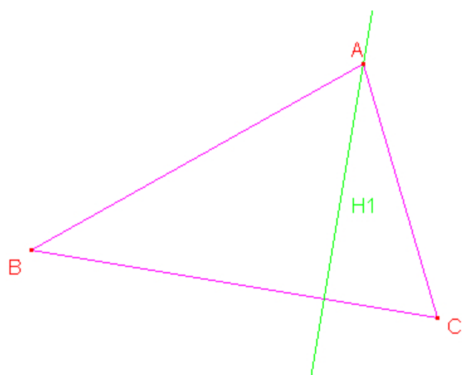
4.2 Activité 2 : Position de l'orthocentre d'un triangle

4.2.1 Objectif

Dans cette activité, nous demandons aux élèves d'émettre une conjecture concernant la position de l'orthocentre d'un triangle. Le but est de donner une condition portant sur le triangle pour savoir si l'orthocentre se situe à l'intérieur ou à l'extérieur du triangle.

4.2.2 Description

Version Cabri :



Les élèves ouvrent un fichier Cabri comportant un triangle dont une hauteur est déjà tracée (voir figure ci-contre). Nous leur demandons de tracer une deuxième hauteur et de noter O leur point d'intersection. Ils doivent ensuite tracer la dernière hauteur et observer ce qu'il se passe. Enfin, il leur est demandé de donner une condition portant sur le triangle pour que le point O soit situé à l'extérieur du triangle.

Version papier : Plusieurs triangles (deux avec un angle obtu et deux sans angle obtu) sont dessinés sur une feuille. Les élèves doivent tracer les trois hauteurs et dire ce qu'il constatent. Il leur est ensuite demandé de classer ces triangles en deux catégories. Enfin, nous leur demandons de trouver une condition portant sur le triangle pour que le point d'intersection des trois hauteurs soit situé à l'intérieur du triangle.

Remarque : Il n'est nul part dans l'énoncé fait référence à l'outil de **mesure d'angle**. Certains élèves se sont eux-mêmes servi de l'outil, d'autres nous ont demandé où se trouve cet outil dans Cabri, d'autres encore ne se sont par servi de l'outil.

Des exemples de constructions rendues par les élèves se trouvent sur la figure 4.3 page 21.

4.3 Activité 3 : L'inégalité triangulaire

4.3.1 Objectif

Chaque activité (Cabri et papier) est constituée de plusieurs questions préliminaires. L'enchaînement des questions doit, *in fine*, permettre aux élèves d'apporter une réponse critique à la question (4.1) :

Si, dans un exercice, on donne trois longueurs AB, AC et BC, peut-on toujours construire le triangle ABC ? (4.1)

4.3.2 Description

Version Cabri :

Dans une première partie de l'activité, nous faisons travailler les élèves sur le sens « *triangle* $\Longrightarrow$ *inégalité* ». La figure proposée est la suivante :

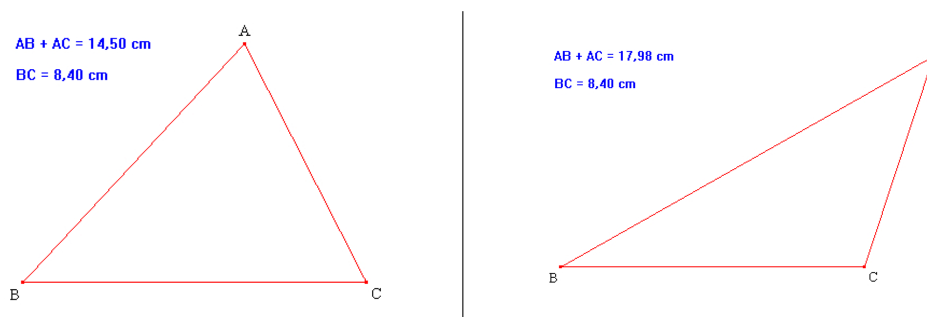


FIG. 4.1 – Figure de départ avec plusieurs positions du point A.

Les élèves peuvent déplacer le point A et lire les valeurs de BC et $AB+AC$. Nous leur demandons de comparer, de manière générale, ces deux grandeurs et de trouver des points A pour lesquels l'égalité $AB+AC = BC$ a lieu. Nous leur demandons innocemment de trouver aussi des points A pour lesquels l'inégalité $BC > AB + AC$ a lieu.

La deuxième partie de l'activité est axée sur le sens inverse « *inégalité* $\Longrightarrow$ *triangle* ». La figure de départ (voir figure 4.2 page 18) contient des segments de base qui servent ensuite, grâce à l'outil **compas**, à la construction d'un triangle ABC. En déplaçant les points $M1$, $M2$ ou $M3$, les longueurs des segments changent et il arrive que le triangle ABC, construit à l'aide de report de longueurs, disparaisse. Il est demandé aux élèves d'expliquer ce phénomène.

Avant de répondre à la question (4.1) qui constitue l'objectif de cette activité, les élèves doivent d'abord répondre à la question plus pratique suivante :

> **On propose les dimensions suivantes pour la construction d'un parking triangulaire : 57m, 145m, 64m. Peut-on construire un tel parking ?** (4.2)

Version papier :

Les élèves doivent tracer 6 triangles à partir de la mesure de leurs trois côtés. Pour les aider à conjecturer le résultat par la suite, nous leur avons proposé un code couleur : grand côté en bleu, petit côté

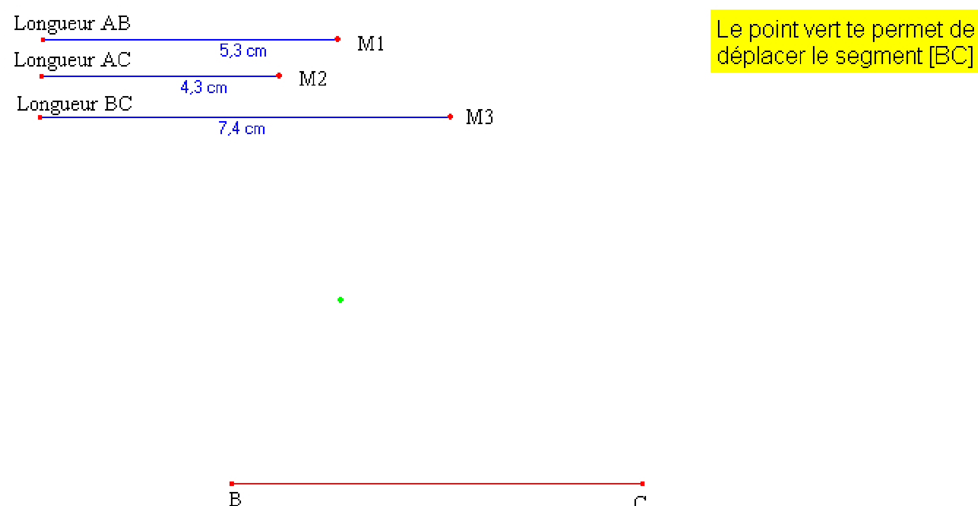


FIG. 4.2 – Figure de départ de la deuxième partie de l'activité.

en rouge et le dernier côté en vert. Pour couvrir toutes les situations, certains triangles sont de «*vrais triangles*» (c'est-à-dire qu'ils ne sont pas «*aplatis*»), d'autres sont plats et enfin certains sont impossibles à construire. Il est ensuite demandé aux élèves de comparer la longueur bleue à la somme des longueurs vertes et rouges pour chaque triangle (impossible ou pas) et d'ensuite tenter d'expliquer pourquoi certains triangles sont impossibles à tracer. Une fois ce travail terminé, les élèves doivent répondre aux deux questions de l'activité (la question pratique (4.2) concernant les dimensions du parking triangulaire et la question un peu plus théorique (4.1)).

Des exemples de constructions rendues par les élèves se trouvent sur la figure 4.4 page 21.

4.4 Activité 4 : Aires maximales

4.4.1 Objectif

- Dans un triangle ABC, on fixe la longueur de deux côtés : $[AB]$ et $[AC]$. Les points A et B sont fixés. Le but est de faire trouver aux élèves le point C tel que le triangle ABC possède l'aire la plus grande possible : le triangle rectangle en A.
- Dans un parallélogramme $ABCD$, on fixe les longueurs AB et AD et seul

le point D peut se déplacer. Les élèves doivent trouver le parallélogramme possédant l'aire la plus grande : le rectangle $ABCD$.

4.4.2 Description

Version Cabri : Dans la première partie de cette activité (portant sur l'aire maximale du triangle), il est demandé aux élèves de colorier le triangle puis de déplacer le point C jusqu'à obtenir ce qui *leur semble être* le triangle dont l'aire est maximale. Il leur est alors demandé si le triangle obtenu est quelconque. La figure est alors enregistrée une première fois. Les élèves mesurent ensuite l'aire du triangle grâce à l'outil **mesure d'aire** et enregistrent à nouveau leur figure
Pour la deuxième partie, les élèves n'ont que l'énoncé du problème et doivent utiliser les outils qu'ils jugent utiles à sa résolution.

Version papier : Cette version ne diffère pas de la version Cabri. Nous demandons aux élèves de tracer plusieurs triangles avec différents points C (répondant aux contraintes) puis de calculer leur aire. Ils doivent ensuite tracer le triangle dont ils pensent qu'il possède l'aire la plus grande et dire si celui-ci est quelconque. Le cheminement des questions pour le parallélogramme d'aire maximale est le même.

Des exemples de constructions rendues par les élèves se trouvent sur la figure 4.5 page 22.

4.5 Activité 5 : Triangle et cercle

4.5.1 Objectif

Le but est ici d'obtenir des élèves une des caractérisations d'un triangle rectangle : être inscrit dans un cercle dont le diamètre est un des côtés du triangle.
Ensuite, dans le même esprit que l'activité précédente, il est demandé aux élèves de trouver, parmi tous les triangles rectangles inscrits dans ce cercle, celui dont l'aire est la plus grande et de se prononcer quant aux éventuelles propriétés de ce triangle.

4.5.2 Description

Version Cabri : Les élèves ouvrent une figure Cabri sur laquelle sont tracés un cercle et un de ses diamètres $[AB]$. Des questions successives

leur demandent de placer un point C sur le cercle, de construire le triangle ABC puis de dire s'ils pensent que ce triangle est quelconque.
Nous leur demandons ensuite s'il pensent qu'il s'agit d'un cas particulier lié à la position de leur point C sur le cercle. La même question est posée à propos des points A et B. Enfin, les élèves doivent trouver parmi tous ces triangles (rectangles) celui qui possède l'aire la plus grande et dire s'il possède des caractéristiques particulières.

Remarque : L'énoncé ne comporte aucune indication concernant les outils qui pourraient éventuellement être utilisés. Les élèves ont le droit de se servir des outils qu'ils jugent utiles à la résolution du problème et sont autorisés à demander de l'aide s'ils ne savent plus où les trouver dans le logiciel. Parallèlement, nous avons demandé aux élèves d'expliquer leur démarche pour répondre aux questions concernant la position particulière (ou pas) des points A, B ou C.

Version papier : A quelques détails près, la version papier ne diffère pas de la version Cabri. Sur l'énoncé sont tracés un cercle et un de ses diamètres $[AB]$. Les questions auxquelles ils doivent répondre sont les mêmes que celles de la version Cabri.

Des exemples de constructions rendues par les élèves se trouvent sur la figure 4.6 page 22.

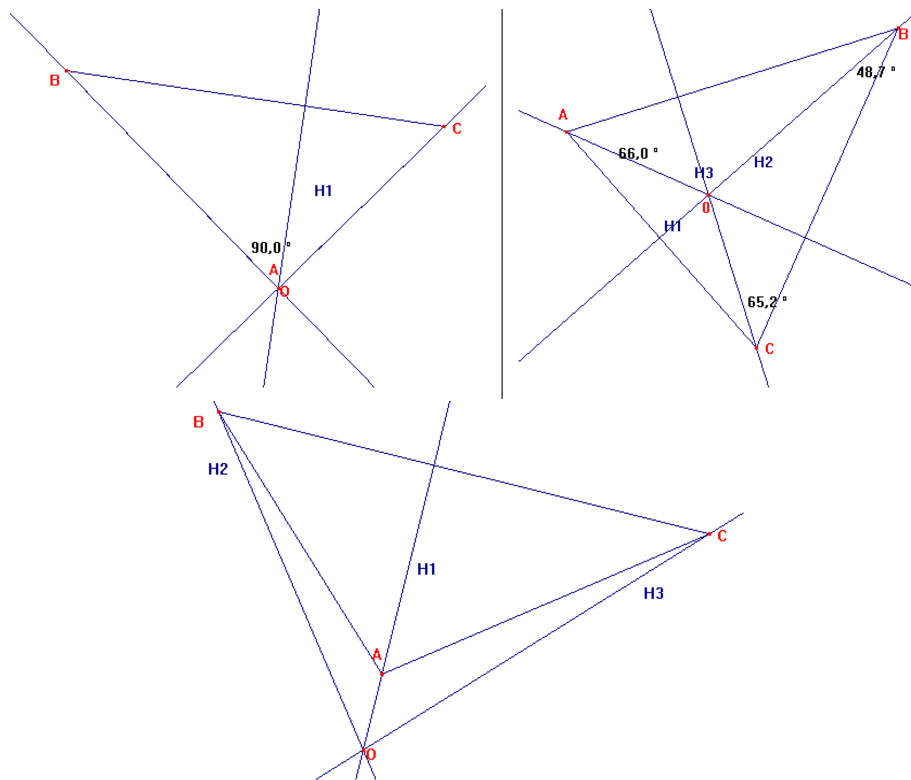


FIG. 4.3 – Activité portant sur la position de l'orthocentre d'un triangle

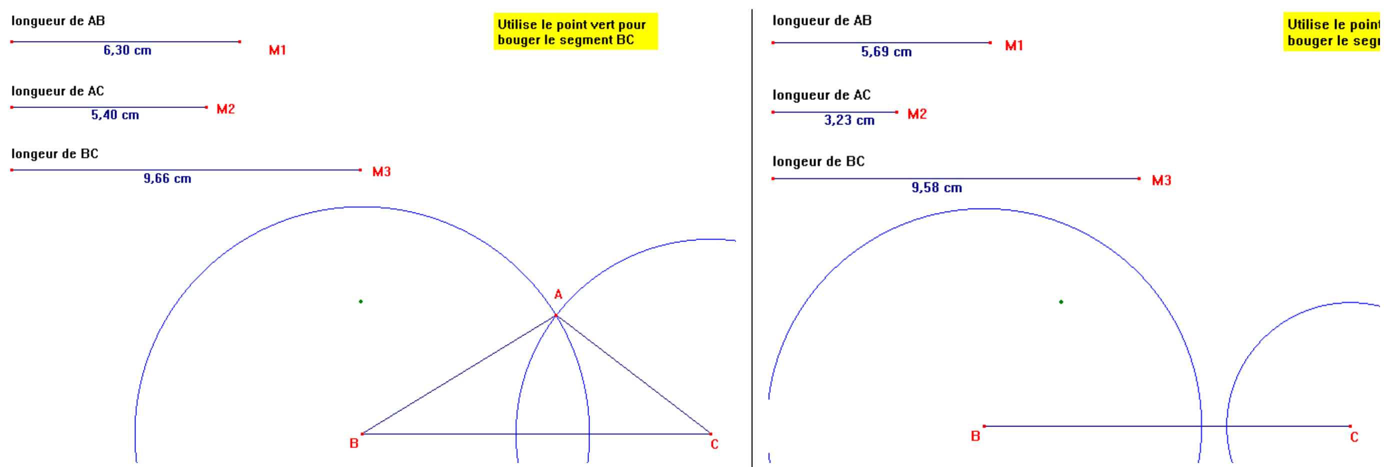


FIG. 4.4 – Activité sur l'inégalité triangulaire

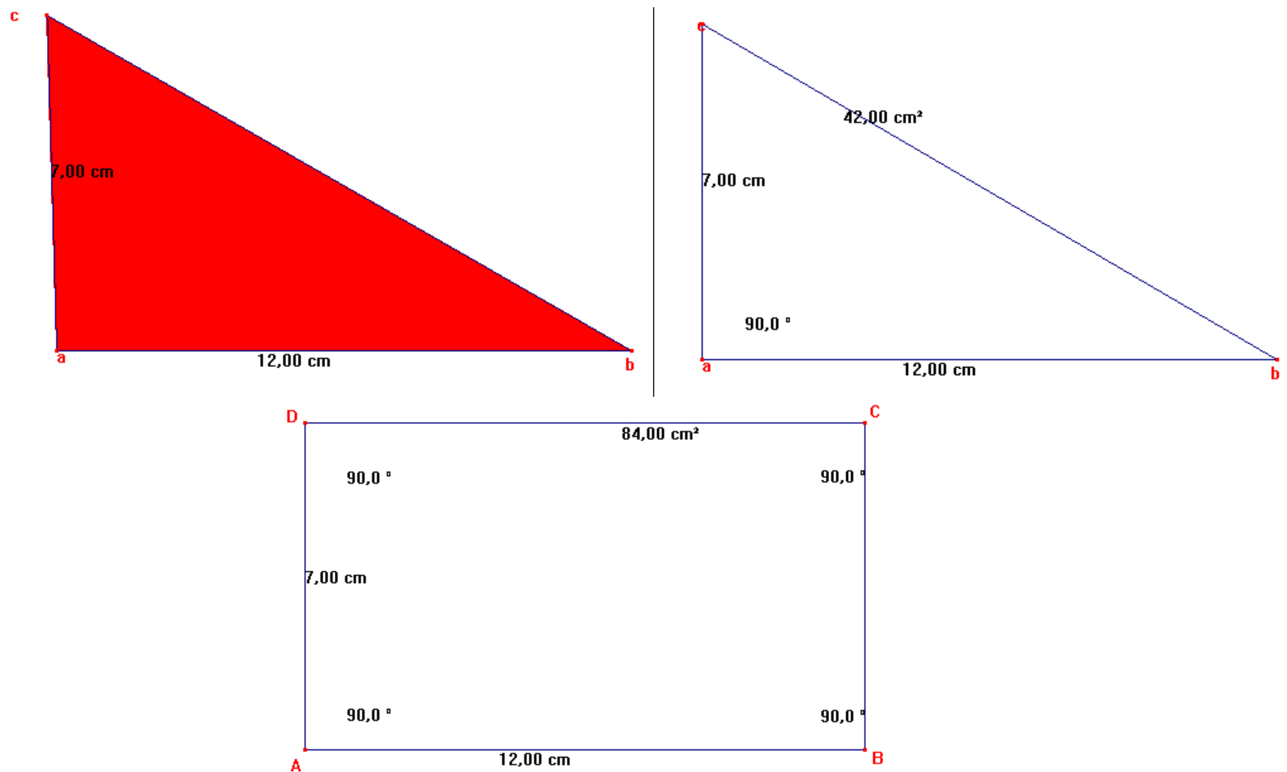


FIG. 4.5 – Activité sur l'aire maximale d'un triangle et d'un parallélogramme

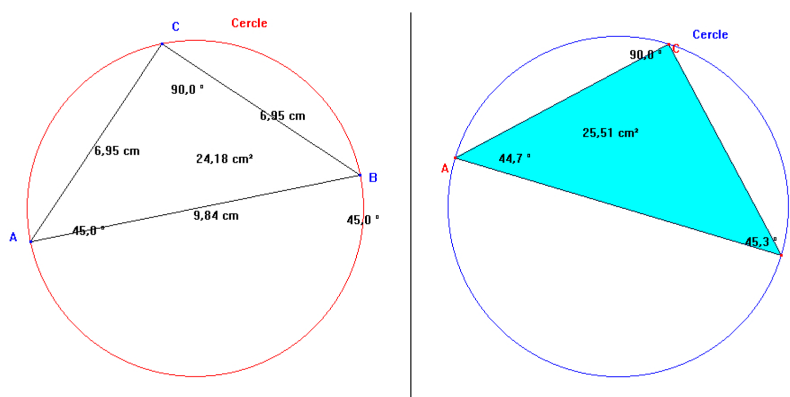


FIG. 4.6 – Activité sur la caractérisation du triangle rectangle

Chapitre 5

Présentation et analyse des résultats

Après avoir présenté et détaillé les activités qui ont été soumises aux élèves, nous procédons maintenant à l'analyse des résultats. Pour chaque activité, il s'agit essentiellement de comptabiliser les élèves qui ont su atteindre le but annoncé et de comparer les résultats de chaque version (version papier-instruments et version Cabri). Parmi ces activités, certaines ont donné des résultats conformes à nos attentes, d'autres se sont soldées par une issue moins prévisible. Dans tous les cas, nous nous sommes efforcés de donner une analyse critique et objective des résultats obtenus.

5.1 Analyse des résultats des différentes activités

5.1.1 Activité 1

Cette activité avait pour but de familiariser les élèves avec le logiciel et avec les outils disponibles. Il n'y a pas vraiment d'analyse de résultats à effectuer. Disons simplement que 83 % des élèves (24 sur 29) ont parfaitement réussi. Nous avons été agréablement surpris de leur capacité à s'adapter à un logiciel qu'ils n'avaient jamais utilisé auparavant. C'est ici l'occasion de constater et de saluer le succès de l'interdisciplinarité mathématiques-technologie. Les élèves travaillent en effet régulièrement depuis la sixième sur différents logiciels et sont tout à fait habitués à l'environnement informatique.

Revenons-en à l'activité proprement dite. Nous avons constaté que certains élèves ont su, dès la première utilisation, tirer profit de la dynamique du

logiciel. Il leur était demandé de tracer le symétrique d'un triangle ABC puis de nommer par A', B' et C' les images des points A, B et C. Pour ce faire, certains ont «*naturellement*» déplacé les points A, B et C pour *voir* quel était le point image que bougerait en même temps. Pourtant, ces mêmes élèves questionnés sur leur démarche, ne savaient pas toujours bien la justifier. Ce qui amène à une première constatation : même si certains élèves parviennent à utiliser le logiciel à bon escient, cela ne veut pas dire qu'ils maîtrisent et comprennent tout ce qu'ils utilisent. Cette remarque est d'ailleurs à mettre en perspective avec l'article de Gérard Kuntz, [10], qui décrit le comportement des élèves face à l'outil informatique (l'outil dont il est question dans l'article n'est pas un logiciel de géométrie mais la calculatrice, néanmoins l'attitude des élèves face à ces deux outils peut être aisément rapprochée).

Cette première expérience nous enseigne qu'il convient de rester prudent et savoir relativiser certains résultats obtenus vis-à-vis de la compréhension de l'élève des objets et concepts qu'il manipule à travers les outils du logiciel. Cette problématique intéressante et connexe à la notre mériterait d'être approfondie, mais elle déborde du cadre que nous nous sommes fixé pour ce travail.

5.1.2 Activité 2

Cette activité portait sur l'orthocentre du triangle. Les élèves devaient formuler un conjecture quant à la position de l'orthocentre par rapport au triangle (ou bien à l'intérieur ou bien à l'extérieur du triangle ou bien encore sur la frontière et, dans ce cas, où précisément).

Nous avons considéré que l'objectif était atteint dès lors que l'élève mentionnait la notion d'angle obtu ou aigu. Certains élèves ont en effet produit des conjectures mal formulées mais qui témoignaient cependant d'une certaine compréhension du phénomène. Pour certains autres, nous avons été surpris de constater que la conjecture n'avait pu être trouvée alors que la figure rendue était riche en renseignements (voir figure 5.1 page 25), renseignements trouvés par l'élève lui-même !

Pour la version Cabri, le sujet ne comportait qu'une question sur la position de l'orthocentre sans aucune indication. Pour la version papier, les élèves devaient tout d'abord classer 4 triangles en deux catégories (voir section 4.2 page 15).

Les résultats sont les suivants (les pourcentages représentent les taux de réussite) :

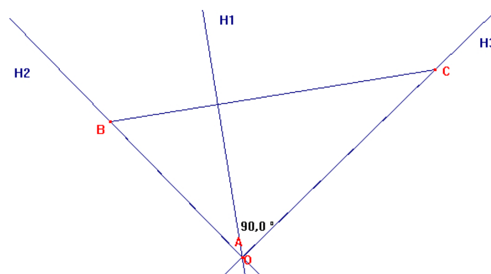


Fig. 5.1 – Exemple de figure rendue sans que la conjecture n'ait été trouvée.

Groupe 1, version Cabri	**Groupe 2, version papier**
conjecture : 64%	*classification des triangles :* 29% *conjecture :* 7%

Pour la version papier, nous avions bien sûr prévu que les résultats pour la conjecture ne seraient pas très bons, mais tout de même pas à ce point. Il nous a donc paru intéressant de permuter les groupes en gardant la même activité. C'est-à-dire que le groupe 1 a cette fois-ci travaillé sur la version papier-instruments pendant que le groupe 2 a travaillé sur la version Cabri. Cette deuxième phase a eu lieu trois jours seulement après la première. La logique, ou plutôt l'intuition, voudrait alors que

- pour le groupe 1, les résultats soient au moins aussi bons. Le groupe 1 est en effet celui qui a effectué l'activité Cabri en premier,
- pour le groupe 2, les résultats soient significativement meilleurs.

Avant de donner les résultats, précisons d'emblée que, par manque de temps, cette activité est la seule à avoir bénéficié d'une deuxième phase.
Voici les résultats pour la deuxième phase de cette expérimentation :

Groupe 1, version papier	**Groupe 2, version Cabri**
classification des triangles : 71% *conjecture :* 14%	*conjecture :* 7%

Première constatation, ces taux de réussite vont à l'encontre de ce que l'on avait prévu. En effet, les élèves qui avaient, semble-t-il, bien compris avec

Cabri, n'ont visiblement pas bien compris avec la version papier-instruments alors qu'il s'agit de la même activité avec la même conjecture à émettre.

Seuls 22% des élèves qui avaient formulé la conjecture avec Cabri l'ont aussi formulée lors de l'activité papier. Mais il y a encore plus surprenant : la seule élève à avoir donné la bonne conjecture avec la version papier ne l'a pas donnée avec la version Cabri qu'elle a effectuée lors de la deuxième phase.

Quelques résultats viennent toutefois étayer notre problématique :

- ▶ lors de la deuxième phase et pour la version papier, 71 % des élèves ont réussi à classer les triangles en fonction de la position de leur orthocentre.
- ▶ en cumulant les résultats des deux phases, 41% des élèves travaillant sur le logiciel ont trouvé le cas particulier de l'orthocentre sur les sommets du triangle contre 0% des élèves travaillant sur la version papier-instruments.

Le logiciel s'est donc révélé être ici performant dans la recherche du cas particulier. Il n'en reste pas moins qu'il est difficile d'expliquer un tel écart avec ce qui avait été prévu. Plusieurs réponses peuvent tout de même être envisagées :

- ▶ on pourrait en premier lieu croire que les groupes ont été mal générés. Difficile à dire, même si nous avons tendance à rejeter cette hypothèse[1]. Les résultats montre en effet que le défaut semble plutôt venir des activités elles-mêmes,
- ▶ la césure au niveau des résultats n'est pas très nette mais semble néanmoins montrer que les activités n'ont pas bien été comprises. C'est donc plutôt la conception des activités (papier et Cabri) qui est à remettre en question.

Peut-être y a-t-il encore d'autres explications possibles, toujours est-il que, même si le premier groupe à avoir effectuer l'activité Cabri a obtenu de bon résultats, cette activité est à mettre à la décharge de notre argumentation. Il apparaît dans ce cas que l'outil informatique n'a pas eu les influences que l'on espérait, du moins pas significativement.

5.1.3 Activité 3

Cette activité a été conçue autour de l'inégalité triangulaire. Les questions communes aux deux versions sont les questions pratiques et théoriques (4.1) page 16 et (4.2) page 17. Dans la version papier, il était demandé aux élèves

[1]Les résultats des autres activités viendront d'ailleurs infirmer cette hypothèse.

de construire des triangles dont les mesures étaient données et d'expliquer pourquoi certains ne peuvent être construits. Dans la version Cabri, les triangles étaient construits à partir de reports de longueurs et il était demandé aux élèves d'expliquer pourquoi, pour certaines mesures, le triangle disparaît.

Voici les résultats obtenus pour chaque groupe (les pourcentages représentent les taux de réussite) :

Groupe 1, version Cabri	**Groupe 2, version papier**
pourquoi le triangle disparaît-il ? : 62%	*pourquoi certains triangles ne peuvent être construits ? :* 13%
question pratique : 31%	*question pratique :* 50%
question théorique : 8%	*question théorique :* 25%

Là encore, les résultats ne vont pas vraiment dans le sens de notre problématique : au contraire d'avantager les élèves face à un problème de géométrie, le logiciel semble engendrer des difficultés supplémentaires.

Il convient cependant de rester mesuré : les résultats peuvent, dans une large mesure, être expliqués.

- A la première question, l'activité Cabri a permis un plus grand nombre de bonnes réponses. La vision dynamique est ici utilisée fort à propos (voir la figure 4.4 page 21) : en bougeant le point $M2$, la longueur du segment AC augmente (ou diminue) jusqu'à ce que finalement les deux cercles ne s'intersectent plus. Les élèves ont bien *vu* ce qu'il se passait comme en témoigne l'argumentation suivante (retrouvée sous des formes différentes dans plusieurs copies) :

  - « *Car si il n'y a pas d'intersection entre deux cercles alors il n'y a pas de point A* ».
  - « *Le triangle disparé quand lorsque les deux cercles ne se rentre plus dedand* ».

- Pour la question pratique, les élèves travaillant sur la version papier ont eu immédiatement le réflexe de tracer le triangle en transformant les mètres en centimètres. Constatant que le tracé ne semblait pas possible, certains ont tenté de donner une explication. Leur camarades travaillant avec le logiciel n'ont pas eu ce réflexe, et ce sont donc seulement les meilleurs élèves qui ont produit une réponse satisfaisante.

- Les résultats de la question théorique peuvent aussi s'expliquer par le fait que les élèves travaillant avec le logiciel sont restés en quelque sorte *bloqués* sur leur écran. Ils n'ont apparemment pas réussi à se construire une représentation mentale cohérente de ce qu'il se passe dans la construction d'un triangle. La plupart a d'ailleurs répondu qu'une telle construction était possible, qu'il suffisait de « *prendre le compas et de faire les côtés* ».

  A l'inverse, certains de leurs camarades travaillant sur la version papier ont visiblement réussi à comprendre le phénomène en jeu puisque nous avons pu lire sur quelques copies des arguments de la forme :

  > « *Pour tracer ce triangle il faut que les deux demi-cercles se croisent et pour qu'ils se croisent il faut que les 2 plus petites mesures additionnés fase plus que le plus grande mesure* ».

En conclusion de cette analyse, nous dirions que les résultats montrent d'abord une certaine maladresse dans l'élaboration de l'activité Cabri. Il aurait peut-être fallu faire afficher les valeurs de BC et de $AB+AC$. Mais peut-on encore, dans une telle situation guidée, décréter qu'en cas de bonne réponse l'élève a réellement compris ce qu'il se passe ? C'est la raison pour laquelle nous nous posons la question de savoir s'il ne s'agit pas ici de l'exemple d'une activité pour laquelle la version papier-instruments se montre, dans un certain sens, plus efficace que la version Cabri ?

5.1.4 Activité 4

Dans cette activité, nous demandions de trouver dans un famille de triangles, un triangle possédant l'aire la plus grande puis de dire si le triangle ainsi trouvé est particulier ou quelconque. Ensuite, dans la même optique il fallait trouver un parallélogramme d'aire maximale dans une famille donnée de parallélogrammes et en donner les particularités éventuelles.

Les résultats sont les suivants (les pourcentages représentent les taux de réussite) :

Groupe 1, version papier	**Groupe 2, version Cabri**
triangle : 47%	*triangle :* 83%
parallélogramme : 41%	*parallélogramme :* 92%

A noter encore que 20% des élèves du groupe 1 (groupe travaillant sur la version papier) ont dessiné des triangles isocèles pour la réponse à la première partie de l'activité.

Les taux de réussites pour cette activité montrent qu'ici le logiciel a pleinement rempli son rôle de registre performant. Ceci est d'ailleurs en accord avec l'intuition : il s'agissait essentiellement d'une activité visuelle. L'avantage réside dans le fait que les élèves n'ont aucun mal à appréhender la famille de triangles considérée. Il leur suffit de déplacer le point C, de créer des triangles de façon continue jusqu'à obtenir celui qui leur semble posséder l'aire la plus grande.
Un élève travaillant sur la version papier-instruments n'a pas accès à cet artifice et doit donc tracer des triangles au hasard ce que rend la recherche statistiquement moins fructueuse comme en témoignent les résultats.
Rajoutons enfin que cette activité fût très riche et intéressante pour les élèves travaillant sur Cabri. Nous avons constaté qu'ils se sentaient à l'aise avec le logiciel et demandaient rarement conseil pour trouver tel ou tel outil. C'est ainsi que toutes les figures rendues (à l'exception d'une seule) s'apparentent à la figure 4.5. Nous avons même pu, avec certains élèves, poursuivre sur la recherche d'un parallélogramme ne possédant qu'un seul angle droit ; recherche facilitée par les figures déjà tracées par les élèves. Nous sommes très rapidement arrivés à la conjecture qu'un tel parallélogramme ne saurait exister. Loin d'être une démonstration, cette certitude en constitue néanmoins la première étape.

5.1.5 Activité 5

Cette activité visait à étudier les propriétés d'un triangle dont un des côtés est le diamètre de son cercle circonscrit. On donnait un cercle $\mathscr{C}$ de diamètre $[AB]$ et les élèves devaient placer un point C sur $\mathscr{C}$, donner les propriétés éventuelles de ABC et dire si ces propriétés semblent dépendre de la position de C, de A ou de B. Il leur était ensuite demandé de chercher parmi tous ces triangles ABC, un triangle possédant l'aire la plus grande et de donner ses propriétés éventuelles.

Les résultats sont les suivants (les pourcentages représentent les taux de réussite) :

Groupe 1, version papier	**Groupe 2, version Cabri**
propriété (rectangle) : 67%	*propriété (rectangle) :* 77%
importance de la position de C : 27%	*importance de la position de C :* 66%
importance de la position de A et B : 6%	*importance de la position de A et B :* 33%
aire maximale : 72%	*aire maximale :* 77%
propriété (rectangle isocèle) : 55%	*propriété (rectangle isocèle) :* 55%

Tout d'abord il convient de constater que, pour les deux activités, les résultats sont bons et en moyenne meilleurs que ceux des activités précédentes et c'est tant mieux ! Peut-être est-ce dû à l'entraînement que peut représenter l'activité 4 ? Peut-être aussi cette activité est-elle un peu trop simple ?

Il n'empêche qu'elle permet tout de même de comparer les taux de réussite des deux versions. Les résultats concernant les items 1, 4 et 5 – c'est-à-dire ceux traitant des différentes propriétés qu'il fallait découvrir – sont sensiblement équivalents (mise à part les résultats du premier item qui sont légèrement à l'avantage de la version Cabri). En revanche, nous constatons un écart significatif à l'avantage de la version Cabri pour les items 2 et 3. Cette différence notoire met, une fois encore, l'accent sur le bénéfice que les élèves retirent du caractère dynamique qu'offre le logiciel. Pour appuyer cette remarque, voici quelques argumentations d'élèves :

- « *Qu'importe où se trouve le point C, s'il se trouve sur le cercle, le triangle est un triangle rectangle* ».
- « *J'ai fais bouger les points A et B mais ces le cercle qui raptisie ou grandi mais l'angle droit reste* ».

5.2 Petit sondage

Afin de savoir comment ces séances en salle informatique ont été perçues, nous avons demandé à nos élèves de bien vouloir se prêter à un petit sondage anonyme. Précisons tout de suite que ce sondage n'a rien de très élaboré ni de très ciblé, il vise modestement à savoir si les élèves ont apprécié les séances et tente de comprendre la manière dont ils perçoivent l'activité géométrique avec un logiciel tel que Cabri.

Le questionnaire comporte six questions. Le deux premières questions concernent le fonctionnement de Cabri et visent à savoir si les élèves n'ont pas

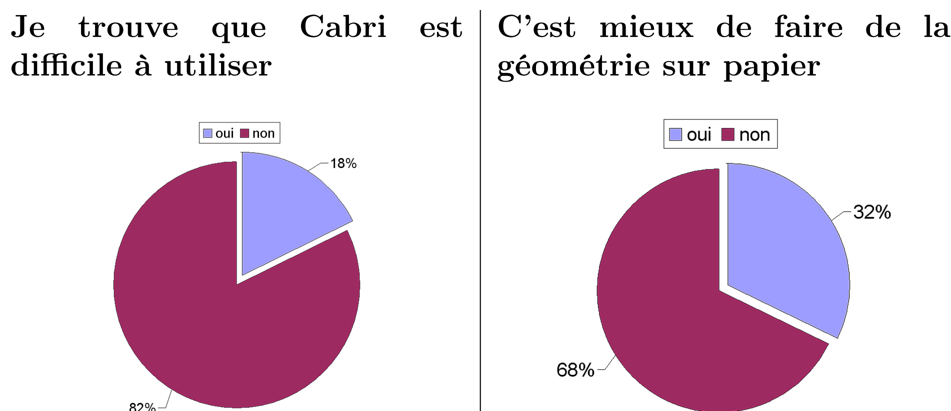


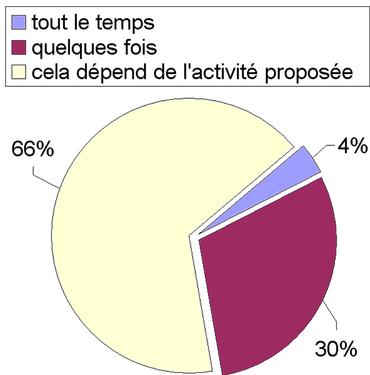
FIG. 5.2 – Sondage : Utiliser Cabri

trouvé le logiciel trop austère. Les deux questions suivantes sont axées sur la comparaison d'une activité classique (feuille et instruments) et d'une activité Cabri. Les deux dernières questions tentent de mesurer (de manière grossière) comment les élèves jugent le travail effectué lors d'une activité Cabri.

La première question révèle (figure 5.2 page 31, image de gauche), comme nous l'avions d'ailleurs constaté, que la classe, dans sa grande majorité, n'a pas éprouvé de difficulté particulière lors de l'utilisation du Cabri. Les résultats sont légèrement plus modérés quand il s'agit de se prononcer en faveur du logiciel comparé à une activité classique (figure 5.2 page 31, image de droite) : les deux tiers de la classe préfèrent Cabri.
Dans leurs réponses à la troisième et quatrième question (figure 5.3 page 32), les élèves se sont montrés critiques (et cohérents avec leurs précédentes réponses) puisque les deux tiers estiment que l'efficacité du logiciel dépend de l'activité proposée.
Enfin, il ressort des réponses aux deux dernières questions (figure 5.4 page 32), que les élèves ont l'impression de travailler au moins autant avec Cabri et ce dans une ambiance de travail plus (voire beaucoup plus) reposante.

Ces tendances sont en accord avec les résultats des activités. Certaines se sont moins bien déroulées que d'autres (d'où les résultats critiques des questions 3 et 4), mais les élèves ont dans l'ensemble bien apprécié travailler avec Cabri et compris qu'une fois le travail effectué, ils pouvaient encore approfondir les exercices par eux-mêmes en utilisant les différents outils disponibles.

Avec Cabri, je comprends mieux qu'avec une activité classique



On apprend mieux avec Cabri qu'avec une activité classique

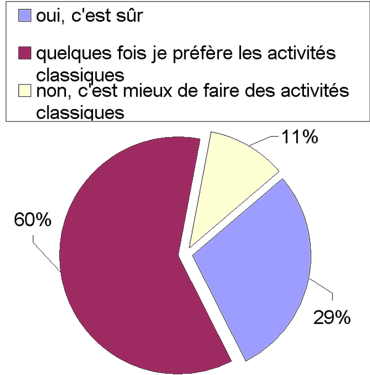
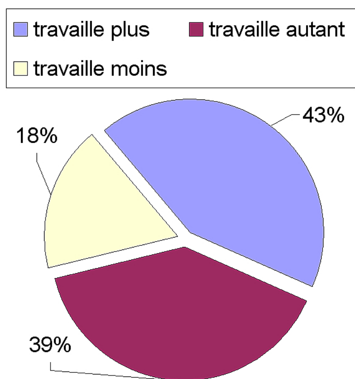


FIG. 5.3 – Sondage : Comprendre et apprendre avec Cabri

Comparé à une activité classique, avec Cabri on



Comparé à une activité classique, Cabri c'est

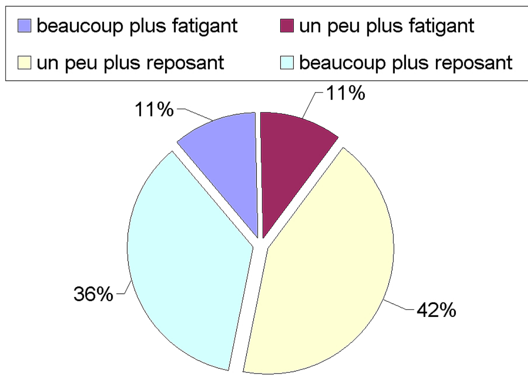


FIG. 5.4 – Sondage : Le travail effectué avec Cabri

Chapitre 6

Conclusion

La lecture de l'analyse des résultats permet de formuler une première constatation : les taux de réussite des versions Cabri varient sensiblement selon l'activité considérée. A quoi peuvent bien être attribuée ces variations ? Donnons, sans prétendre à l'exhaustivité, quelques éléments de réponse :

- Notre propre expérience nous a appris combien il est difficile de réaliser deux versions objectives de la même activité (une version Cabri et une version papier-instruments) afin de pouvoir ensuite comparer les résultats obtenus. Il a notamment fallu éviter le classique écueil de l'activité trop dirigiste sans pour autant verser dans l'activité trop austère et mystérieuse. Malgré cette précaution nous pensons que certaines activités (en particulier la deuxième) mériteraient d'être améliorées dans leur énoncé.
- Il y a certainement des domaines dans lesquelles l'activité classique se montre simplement plus efficace. Cela mériterait bien sûr d'être vérifié, mais nous soupçonnons que ce soit effectivement le cas pour la troisième activité.

Qu'en est-il alors de notre problématique de départ : les logiciels de géométrie dynamique, un autre registre ? En regard de cette question, il nous paraît intéressant d'en citer une autre, issue de l'article de S. Abramovich et G. Brown paru dans [12] et traduite ici en français « *La technologie nous permet-elle de faire mieux avec elle que sans elle* » ? Cette question constitue selon ses auteurs le critère principale dans l'évaluation de l'efficacité de l'utilisation de la technologie en classe (technologie qui comprend les logiciels de géométrie dynamique). Evidemment, répondre globalement à cette question n'a aucun sens, c'est aussi ce qui ressort des différents résultats présentés dans ce mémoire. Nous pourrions donc dire que pour certaines activités, l'utilisation de Cabri a permis d'obtenir de meilleurs résultats, bien meilleurs même dans

quelques cas. A l'inverse, pour certaines autres activités c'est avec la version papier-instruments que les taux de réussite ont été les meilleurs.

Finalement, nous pouvons dire que ces logiciels constituent bien un autre registre qui sait, dans certains cas, se montrer bien plus efficace que les traditionnelles activités papier-instruments. A ce titre, ce nouveau support offert par la technologie ne bénéficie pas d'un statut particulier vis-à-vis des autres registres existants : il ne peut en aucun cas être considéré comme le registre miracle qui pourrait se substituer à tous les autres. Il vient simplement se superposer aux précédents et constitue ainsi une flèche supplémentaire à l'arc didactique de l'enseignant.

Perspectives et améliorations

Nous avons déjà un peu parlé des choses qui sont susceptibles d'être améliorées dans ce travail. A ceux qui se sentent intéressés par l'utilisation de cette technologie dans leur enseignement, notre expérience nous permet de leur dire ceci :

La manière de concevoir des activités performantes s'améliore avec la pratique. Les premières séances en salle informatique sont souvent laborieuses mais très formatrices si l'on prend le soin d'analyser les résultats obtenus. Comme pour tout registre nouveau avec lequel nous pouvons être amenés à travailler, il faut un peu de temps, de pratique, d'essais infructueux pour, petit à petit, connaître les domaines dans lesquels il peut être utilisé avec efficacité.

Les perspectives que nous envisageons sont de deux types :

- *pratique* : Cabri recèle un nombre impressionnant de possibilités dans le domaine de la conjecture. Cependant, les niveaux de classe avec lesquels nous avons travaillé ne nous ont pas permis de tous les explorer. Nous pensons notamment aux lieux de points qui constituent un très riche champ d'investigation ;
- *théorique* : Quels peuvent être les effets d'une utilisation massive de ce registre dans l'enseignement de la géométrie au collège sur la représentation mentale des élèves des objets qui leur sont présentés. Cette question est légèrement abordée dans l'article de P. L. Ferrari paru dans [12] et mériterait d'être approfondie.

Bibliographie

[1] I. Belser – *Mathématiques*, Les 500 sites Internet, Belin, 2003.

[2] F. Bouyer – « Les bienfaits de l'informatique », *Plot* (2003), no. 106 (Nouvelle série, no. 3).

[3] B. Capponi & P. Clarou – *Activités géométriques en classe de 5*[e] *avec Cabri-géomètre II*, Belin, 2001.

[4] R. Cuppens – « Faire de la géométrie en jouant avec Cabri-Géomètre – *tome 1* », *Publication de l'APMEP* (1996), no. 104.

[5] — , « Faire de la géométrie en jouant avec Cabri-Géomètre – *tome 2* », *Publication de l'APMEP* (1996), no. 105.

[6] B. Desgraupes – *LaTeX – Apprentissage, guide et référence*, Vuibert, 2000.

[7] Eyrolles (éd.) – *Environements Interactifs d'Apprentissage avec Ordinateur*, Ecole Nationale Supérieure de Cachan, 1993.

[8] G. Glaeser – *Une introduction à la didactique expérimentale des mathématiques*, La pensée sauvage, 1999.

[9] M. Kittel & G. Kuntz – « De la possible influence de l'environnement informatique sur l'enseignement mathématique. Etude d'un exemple. », *Repères* (Octobre 2002).

[10] G. Kuntz – « L'outil informatique ne peut donner que ce qu'il a », *Repères* (Avril 1993).

[11] F. Ligier & L. Muller – « Dynamiser les modules de mathématiques, grâce à l'outil informatique : exemples d'utilisation de Cabri-Géomètre II », *Mémoire professionnel : IUFM d'Alsace* (2001).

[12] C. Mammana (éd.) – *Perspectives on the teaching of geometry for the 21th century*, Departement of Mathematics - University of Catania, 1995.

[13] Education Nationale – « Programme Officiel de cycle centrale », *http ://www.cndp.fr/archivage/valid/54412/54412-9700-12061.pdf* (2004).

[14] Sésamath – « Site internet », *http ://www.sesamath.net/* (2000).

[15] I. Osta – « L'ordinateur comme outil d'aide à l'enseignement. Une séquence didactique pour l'enseignement du repérage dans l'espace à l'aide de logiciels grapiques », Thèse, Université Joseph Fourier-Grenoble 1, 1988.

[16] S. Tahri – « Modélisation de l'interaction didactique : un tuteur hybride sur cabri-géomètre pour l'analyse de décisions didactiques », Thèse, Université Joseph Fourier-Grenoble 1, 1993.

[17] D. Tournes – « Figures idéales et figures sensibles. Place des instruments de dessin dans l'histoire et l'enseignement de la géométrie », *IUFM de la Réunion et REHSEIS-CNRS (UMR 7596).*

Les logiciels de géométrie dynamique : un autre registre ?

Résumé

La problématique évoquée dans le titre de ce mémoire est étudiée par le biais de diverses activités élaborées à cet effet. Ces activités sont décrites dans une première partie puis les résultats des élèves sont donnés dans une deuxième partie. Nous tentons, à travers l'analyse de ces résultats, de fournir une réponse la plus objective possible à la question posée. Le dernier chapitre donne la conclusion de ce travail et en évoque des améliorations ainsi que certaines perspectives.

Mots clés : Cabri, conjecture, géométrie dynamique, registre.